



**Faculteit Wetenschappen**  
**Vakgroep Geologie en Bodemkunde**

**Morfo- en sedimentdynamiek van de kustnabije zone  
te Egmond-aan-Zee ( Nederland )**

*Chantal Martens*

**Academiejaar 1998-1999**

*Scriptie voorgelegd voor het verkrijgen van het  
diploma van licentiaat in de Geologie*

Promotor: Prof. Dr. P. Jacobs

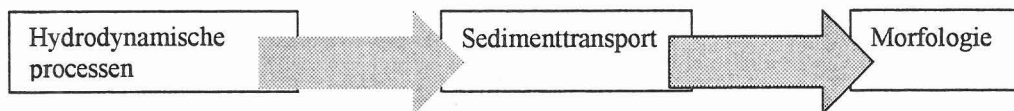
Co-promotor: Prof. Dr. J. Lanckneus

Leescommissie: Prof. Dr. J.-P. Henriët, Prof. Dr. P. De Paepe

## Morfo- en sedimentdynamiek van de kustnabije zone te Egmond-aan-Zee (Chantal Martens)

### 1. Inleiding

Evoluties van kusten kunnen samengevat worden in een betrekkelijk eenvoudig schema (figuur 1) : hydrodynamische processen induceren een sedimenttransport, dat op zijn beurt leidt tot veranderingen in de morfologie van de kust. Deze veranderingen in de morfologie gebeuren niet altijd direct en ook niet altijd op dezelfde schaal (zowel in tijd als in ruimte). Het systeem is met andere woorden niet vaak in evenwicht. Het is dus bijzonder belangrijk te kunnen weten hoe een kust zal evolueren, met of zonder menselijk ingrijpen in die evolutie.



Figuur 1: verband tussen de hydrodynamische processen, sedimenttransport en morfologie van een gebied.

Kusten kunnen opgedeeld worden in drie verschillende categorieën: 2D kusten (gelijkvormig over de hele oppervlakte), 2.5D (zoals 2D, maar met bepaalde non-conformiteiten zoals rip channels) en 3D kusten (met een volkomen onregelmatig profiel). Een van de beste methodes om inzicht te krijgen in de manier waarop deze kusten evolueren en zich aanpassen aan de veranderende omstandigheden is het toepassen van numerieke modellen, die de structuur, organisatie en het functioneren van de kust simuleren. Deze numerieke modellen worden echter niet systematisch getest met velddata zodat ze puur theoretisch blijven, bovendien zijn de modellen vaak alleen maar toepasbaar op 2D kusten (wat een niet echt reële situatie is) en dan nog meestal ontwikkeld voor Noordamerikaanse kusten, die sterk kunnen verschillen van de Europese.

Deze thesis steunt op gegevens verzameld in het kader van het COAST3D project. Het COAST3D project maakt deel uit van het MASTIII programma (Marine Science and Technology) en zijn doel is viervoudig:

- tot een beter begrip komen van de fysische processen van zandtransport en morfologie in kustomgevingen;
- het verkrijgen van meer data (ivm zandtransport en morfologie) om numerieke modellen voor de analyse van kustprocessen te testen;
- het testen van een representatief aantal numerieke modellen met de verkregen data;
- het verkrijgen van geteste modellen die inzetbaar zijn bij het beheer van kusten.

Om dit te verwezenlijken worden metingen uitgevoerd, bedoeld om de numerieke modellen te testen en dit onder condities die typisch zijn voor Europese kustgebieden.

In deze thesis worden resultaten verwerkt die afkomstig zijn uit het eerste deel van de metingen die plaatsgrepen in Egmond-aan-Zee (NL). De kust in Egmond-aan-Zee is van het 2.5D type en is een typevoorbeeld van de zandige kusten met kustparallelle banken (zie figuur 2 voor een overzicht van het gebied) : in het onderzoeksgebied bevinden zich twee kustparallelle banken, gescheiden door een trog.

Op zee werden langs zes raaien in totaal 60 stalen genomen; langs het strand 56 staal langs drie raaien. De korrelgroottecurves van deze stalen werden bepaald met een laserdiffractometer en de valbuis van de Universiteit Utrecht.

De resultaten van deze analyses werden verwerkt en gebruikt om de residuele transportpaden van het sediment in het onderzoeksgebied te bepalen. Er werd geopteerd voor het gebruik van de methode van Gao & Collins (1992, 1994) bij het bepalen van de residuele transportpaden, wat meteen een test was voor de methode in de zeer kustnabije zone.

Het gebied werd ook met behulp van side scan sonar in beeld gebracht, met de bedoeling uit de asymmetrie van de sedimentaire structuren eveneens residuele transportpaden te bepalen. Niettegenstaande de sonarbeelden een prachtig beeld geven van de morfologie van de kustnabije zone komen er te weinig asymmetrische ribbels voor om genoeg gefundeerde transportpaden af te leiden. De morfologie werd wel schematisch in kaart gebracht en de sequenties werden vergeleken met voorbeelden van bank/trog systemen uit de literatuur en met de gegevens over o.a. stroomsnelheid uit de modellen.

## 2. Verwerking van de gegevens

### A. Verwerking van de sedimentstalen

De granulometrische eigenschappen van de sedimentstalen werden zowel ontkalkt als niet-ontkalkt met de laserdiffractometer en de valbuis van de universiteit Utrecht geanalyseerd.

De residuele transportpaden in het gebied (strand en zee apart) werden dan bepaald met behulp van de methode van Gao en Collins.

Deze methode steunt op de veranderingen van de granulometrische parameters van de sedimenten. De volgende parameters worden gebruikt:

- mean : de gemiddelde korrelgrootte van het sediment;
- skewness : de skewness drukt uit of het sediment dan wel een grof sediment is met een overmaat aan fijn materiaal (positieve skewness) dan wel een fijn sediment met een overmaat aan grover materiaal (negatieve skewness) ;
- sortering: drukt uit hoe goed het sediment gesorteerd is.

Deze parameters worden tussen de sedimentstalen onderling vergeleken en er wordt gezocht naar het voorkomen van bepaalde trends (bv: FB-: Finer, better sorted, more negative skewness) die een transportrichting zouden kunnen aanduiden. Na het elimineren van de ruis kunnen deze trends per staal opgeteld en voorgesteld worden. De meest gebruikelijke voorstelling is deze die vectoren gebruikt: voor elk staal wordt een vector getekend waarvan de hoek de richting van de trend aangeeft en de lengte de betrouwbaarheid van de trend.

De op het strand genomen stalen gaven na analyse een aanduiding van landwaarts transport.

Voor de analyse van de in zee genomen stalen werd een fortran programma gebruikt (Gao, 1996) en de resultaten kunnen gezien worden in figuur 3.

Op de figuur kunnen drie transporttrends onderscheiden worden:

- een muistroom (snelle zeewaartse stroming over een beperkt gebied) die duidelijk een kanaal gevormd heeft in de binnenste bank. Ook de zogenaamde feeder currents die de kustparallelle aanvoer naar de muistroom toe bepalen zijn goed zichtbaar in de trog voor de binnenbank;
- een tweede transport is het NE waarts gerichte transport over de buitenste bank. Dit transport is meest waarschijnlijk veroorzaakt door de asymmetrie van de getijstromingen voor de kust;
- een derde zuidwaarts gericht kustparallel transport is merkbaar bij de binnenbank en dichtbij het strand: naar alle waarschijnlijkheid is dat het kustparallel transport veroorzaakt door de golven. De golven breken op de flank van de binnenste bank en veroorzaken daardoor een kustparallelle stroming.

Bij deze hele interpretatie moet ook rekening gehouden worden met de meteorologische effecten: de periode vóór het veldwerk werd gekenmerkt door zware en aanhoudende stormen. Deze hebben natuurlijk hun invloed op het sedimenttransport. Zo kan het bijvoorbeeld ook zijn dat het zeewaarts transport de uitdrukking is van een stormgeïnduceerd zeewaarts transport in plaats van de muistroom. Dit transport zou dan gebruik gemaakt hebben van de morfologie die reeds gecreëerd was door de muistroom. De side scan sonar beelden (zie punt b) bevestigen het massale zeewaartse transport.

Vergelijkingen met Delft3D modelleerresultaten uitgevoerd door de universiteit Utrecht voor hetzelfde gebied bevestigen de hypothesen.

### B. Verwerking van de side-scan sonar opnames

Uitgaande van de side scan opnames werd de morfologie van het gebied schematisch in kaart gebracht en vergeleken met reeds bestaande analyses van vergelijkbare gebieden. (zie figuur 4)

Vier grote gebieden kunnen onderscheiden worden:

- schijnbaar effen gebieden zonder duidelijke structuren;
- lunate megaribbels;
- symmetrische ribbels;
- een gebied met effen gebieden, lunate megaribbels en assymetrische ribbels door elkaar.

De kenmerkende omstandigheden qua waterdiepte en stroomsnelheid nodig voor het ontstaan van deze structuren kunnen een indicatie geven over het hydrodynamische regime van het gebied.

De rip channel vertoont zeewaarts gericht lunate ribbels en ook assymetrische ribbels die een zeewaarts transport lijken aan te duiden. Verder vertoont deze rip channel nog een plane bed (een effen oppervlak van sedimenten)

dat onder bepaalde voorwaarden voor stroomsnelheid en korrelgrootte gevormd wordt) dat verderloopt in de achterliggende trog (die naast het plane bed ook symmetrische ribbels vertoont).

De kans bestaat dat het plane bed geen echt plane bed is, maar eerder veroorzaakt werd door massale sedimentafzettingen tijdens de storm die het veldwerk voorafging. Het mogelijke bewijs dat dit transport het gevolg is van de storm (eerder dan van de muistroom) wordt gegeven door de scherpe grenzen tussen de symmetrische ribbels en de relatief vlakke afzettingen (de zgn. plane beds) in de trog. Deze scherpe grenzen wijzen erop dat de vlakke sedimentafzetting boven op het normale sedimentpatroon (symmetrische ribbels) werd afgezet. De nep plane beds zouden dus een relict van de storm kunnen zijn terwijl de lunate structuren in de rip channel er op wijzen dat de muistroom weer actief is.

De binnenbank is wegens de geringe diepte niet goed zichtbaar op de side scan beelden, maar de effen structuur laat vermoeden dat het breken van de golven op binnen- en buitenflank een plane bed gecreëerd heeft.

De binnenflank van de buitenbank van zijn kant vertoont een chaotisch mengsel van plane beds, assymetrische ribbels en lunate megaribbels. De oorzaak kan gezocht worden in afschuivingen (de flank is betrekkelijk stijl) of in het ondieper worden van de golven die -naargelang de omstandigheden- al dan niet breken.

De buitenflank en top van de buitenbank worden gekenmerkt door een opeenvolging van golf- en stroomribbels en landwaarts gerichte lunate megaribbels. Deze morfologie zou kunnen veroorzaakt zijn door stroming die zijn oorsprong vindt in de stijgende asymmetrie van de golven die in ondieper gebied terechtkomen.

De resultaten van het Delft3D model dat uitgevoerd werd door de universiteit Utrecht voor dit gebied bevestigen deze hypothesen.

### 3. Besluit

Uit de resultaten van de korrelgrootteanalyse en de side scan beelden kunnen twee sedimentatie-omgevingen geschetst worden in het gebied: een situatie met "normale" meteorologische condities en een dor storm gedomineerde situatie.

#### a. De sedimentaire omgeving tijdens niet-storm condities

Tijdens de niet-storm condities heerst over de buitenbank en de trog een residueel noordwaarts transport, geïnduceerd door het getij. Eventueel kunnen enkele golven reeds instabiel worden of beginnen breken op de buitenbank. De omgeving is echter meestal te diep om de golven volledig te laten breken, en eenmaal ze over de top van de buitenbank zijn herstellen ze zich weer. Deze golven veroorzaken de betrekkelijk symmetrische golfribbels in de trog tussen binnen- en buitenbank.

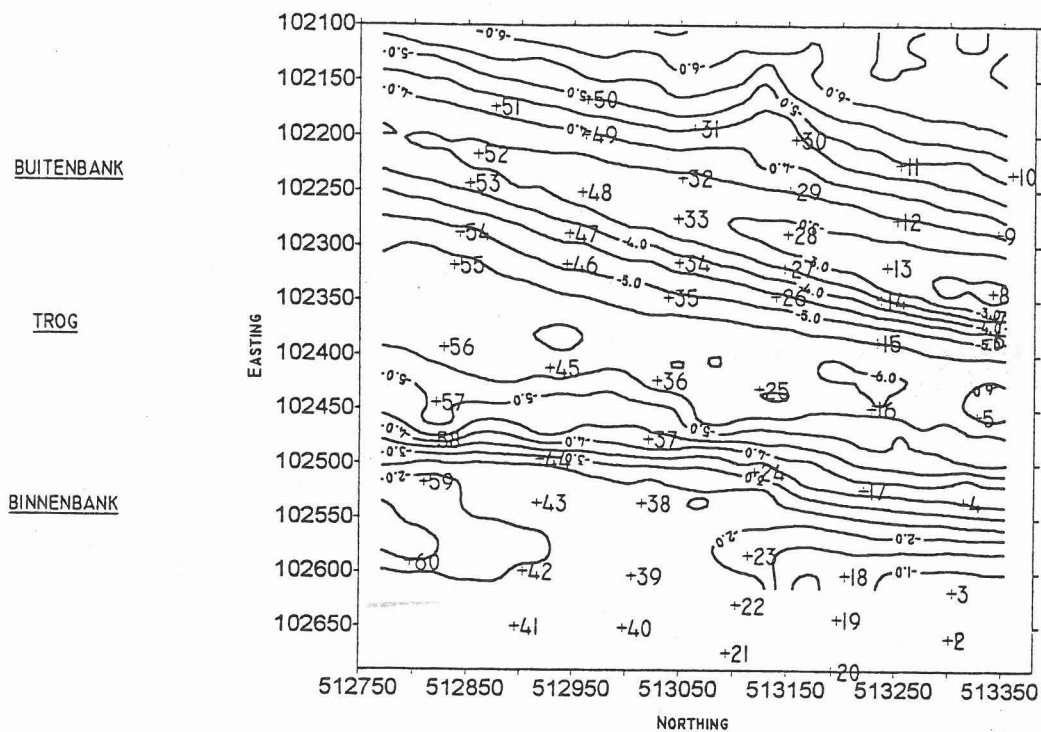
Eenmaal de golven bij de flank van de binnenbank zijn aangekomen, beginnen ze te breken en veroorzaken een kustparallelle stroming achter de bank. Er vormt zich een muistroom, met een rip channel in de binnenbank, waarin sediment offshore wordt getransporteerd.

#### b. De sedimentaire omgeving tijdens stormcondities.

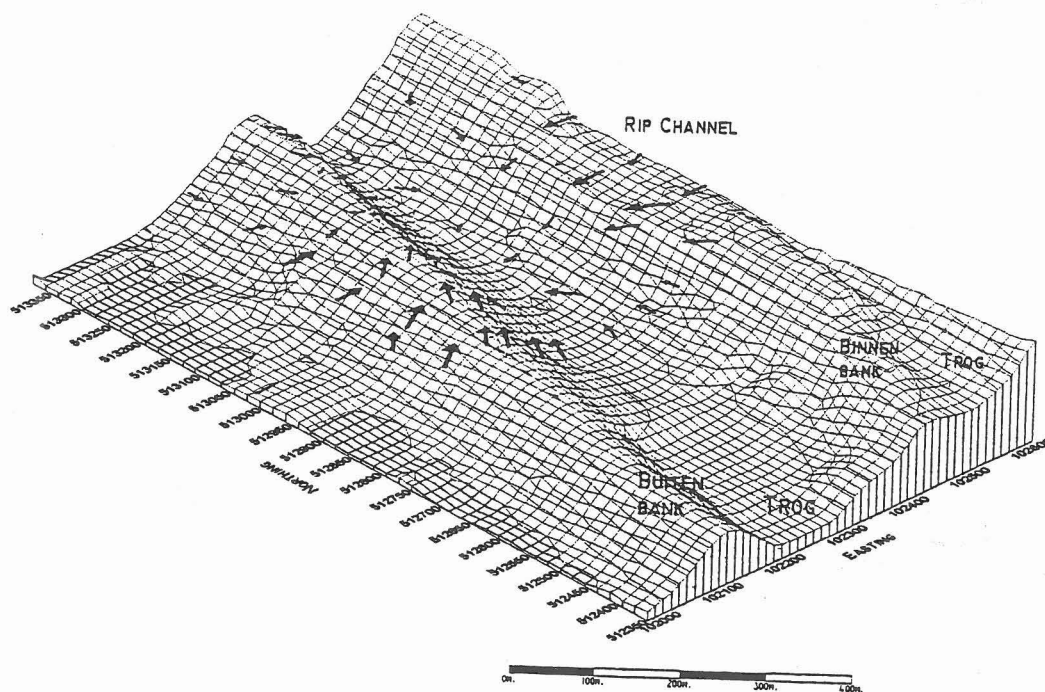
Tijdens stormcondities is het waarschijnlijk dat de golven al beginnen breken en grotere instabiliteit vertonen op de buitenbank. Dit leidt tot en vergrote hoeveelheid sediment die in suspensie gebracht wordt en getransporteerd kan worden.

Vanaf het strand worden grote hoeveelheden sediment geërodeerd en zeewaarts getransporteerd kan worden. Vanaf het strand worden grote hoeveelheden sediment geërodeerd en zeewaarts getransporteerd. Dit transport maakt waarschijnlijk gebruik van de aanwezige morfologie (de rip channel in de binnenbank) om het sediment zeewaarts te transporteren. Gezien de grote hoeveelheden sediment die in transport zijn wordt een groot deel onmiddellijk weer afgezet in de trog tussen de binnen- en buitenbank.

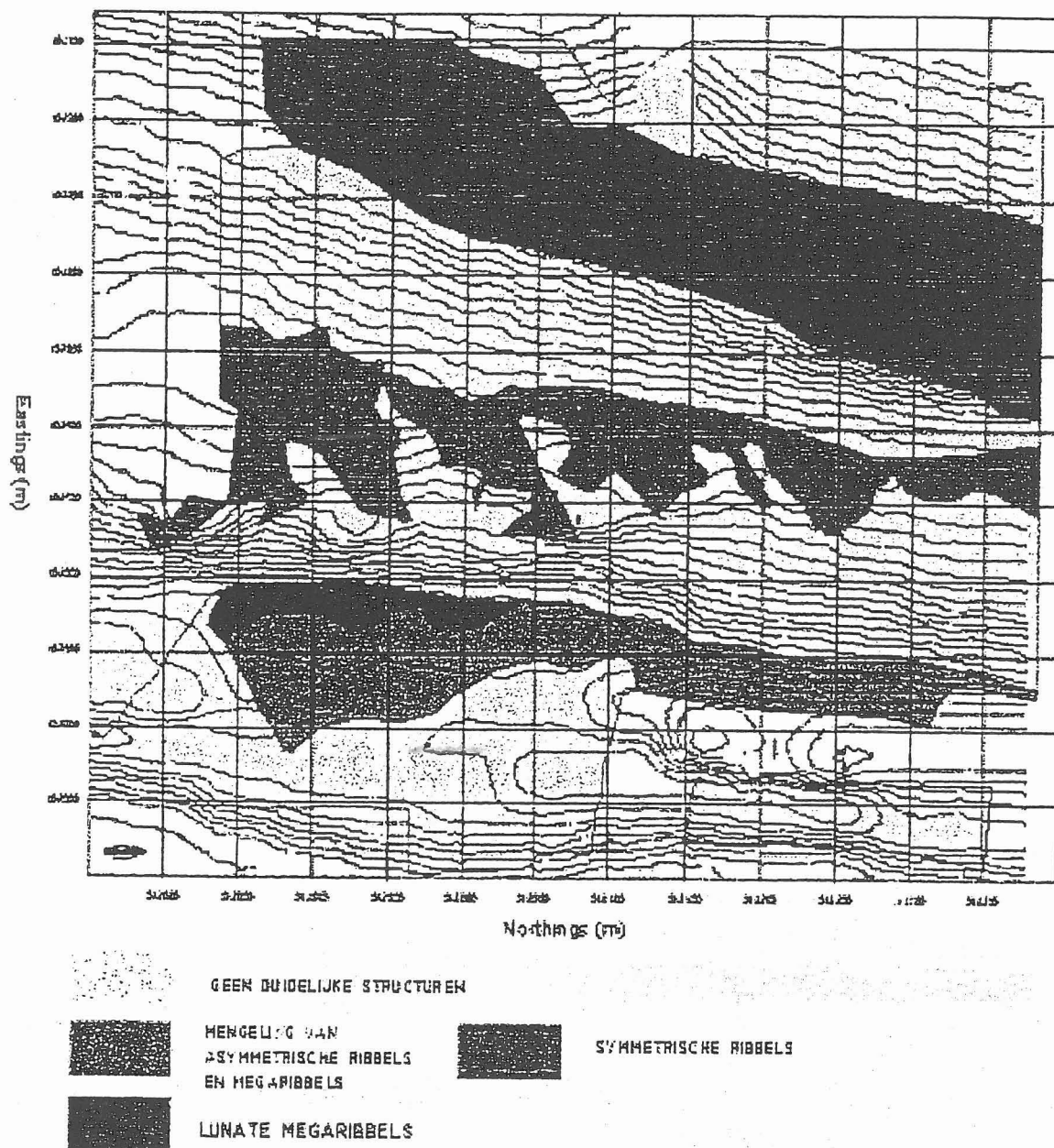
Enkele golven kunnen nog breken op de binnen bank en eventueel een kustparallelle stroming induceren; het dominante transport is toch zeewaarts gericht.



Figuur 2 : overzicht van de bathymetrie van het onderzoeksgebied. De in zee genomen stalen zijn eveneens aangeduid.



Figuur 3: 3D zicht op de residuele transportpaden in het onderzoeksgebied.



Figuur 4 : schematisch overzicht van de voorkomende sedimentaire structuren in het onderzoeksgebied.